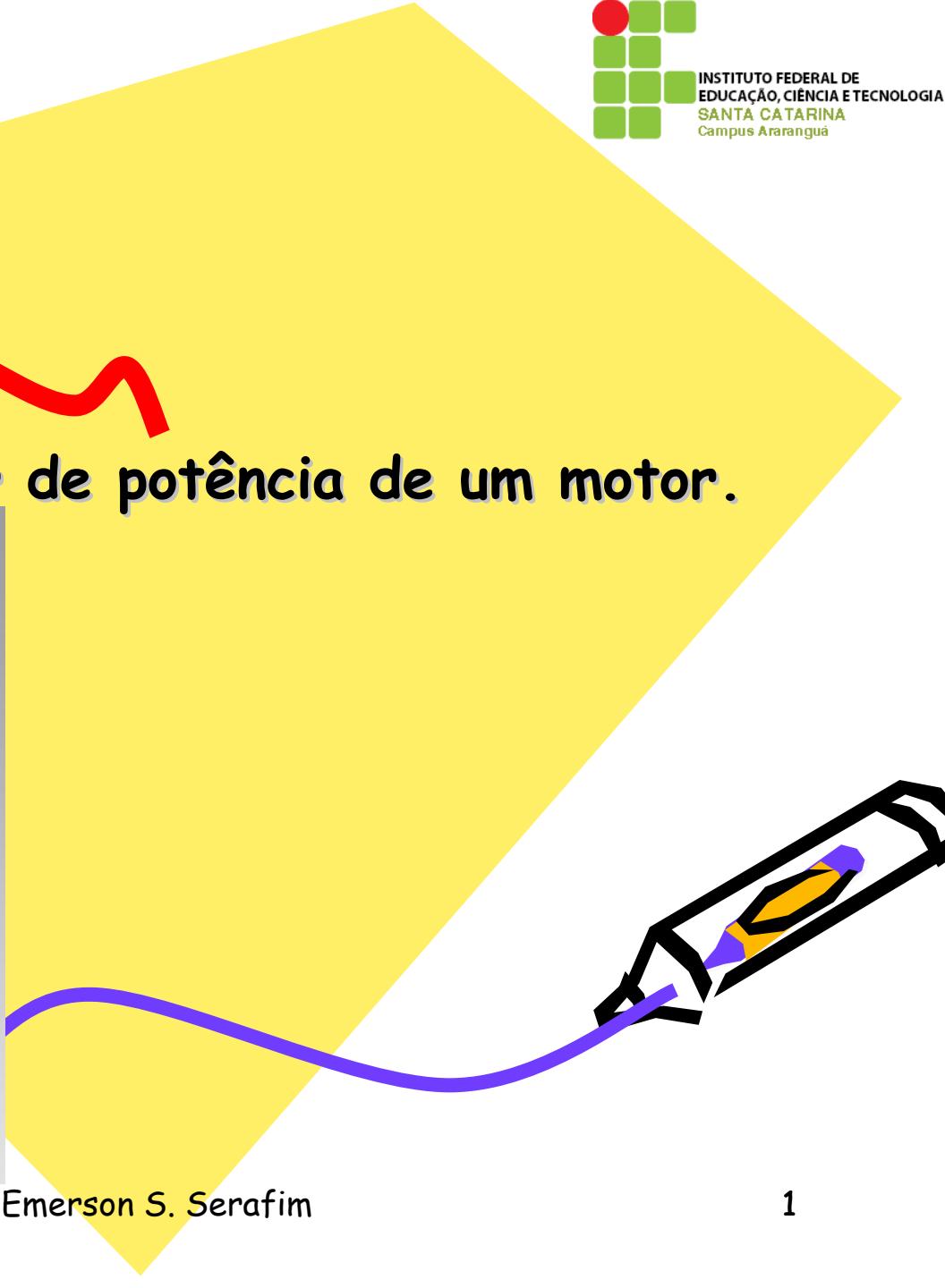


H7- Analisar o fator de potência de um motor.



Prof. Dr. Emerson S. Serafim



Quais são as causas do BAIXO fator de potênciia?

- Motores SUPERdimensionados ou com POUCA carga.
- Lâmpadas de descarga: fluorescentes, vapor de sódio, vapor de mercúrio e outras (com reatores de baixo fator de potência).
- Instalações de ar condicionado.
- Máquinas de soda.
- Equipamentos eletrônicos.
- Transformadores SUPERdimensionados.

Limite mínimo determinado pela ANEEL:

- 0,92 das 6 às 24h (energia e demanda de potência reativa INDUTIVA fornecida).
- 0,92 das 24 às 6h (energia e demanda de potência reativa CAPACITIVA recebida).

Como deve ser verificado pela concessionária:

- **FP mensal:** calculado com base nos valores mensais de energia ativa (kWh) e energia reativa (kVArh).
- **FP horário:** calculado com base nos valores de hora em hora de energia ativa (kWh) e energia reativa (kVArh).



Quais são as vantagens da correção do fator de potência?

- **Melhoria da tensão:** elevação da tensão de 4 a 5%.
- **Redução de perdas:** proporcional ao quadrado da corrente (RxI^2).
- Redução significativa do custo de energia elétrica;
- Aumento da eficiência energética da empresa.
- Aumento da capacidade dos equipamento de manobra.
- Aumento da vida útil das instalações e equipamentos.
- Redução do efeito Joule.
- Redução da corrente reativa na rede elétrica.

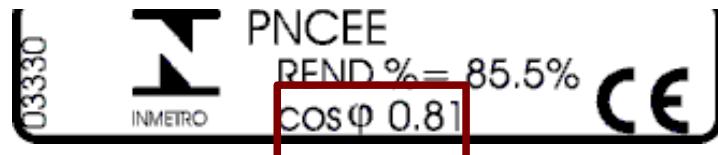
Métodos para melhorar o fator de potência?

- Por meio do aumento do consumo de energia ativa (adicionar cargas com alto fator de potência, recomendado para instalações que trabalham FORA do horário de ponta).
- Utilizando máquinas síncronas (recomendado acionar cargas superiores a 200cv).
- Por meio de **capacitores** (é o mais econômico).



O Fator de Potência no catálogo ou na placa do motor.

Potência		Carcaça	RPM	Corrente nominal em 220V (A)	Corrente com rotor bloqueado I_p / I_n	Conjugado nominal C_n (kgfm)	Conjugado com rotor bloqueado C_p / C_n	Conjugado máximo C_{max} / C_n	Rendimento η %			Fator de potência $\cos \varphi$		
cv	kW								% da potência nominal			50	75	100
2 Pólos - 60 Hz												50	75	100
0,16	0,12	63	3400	0,74	4,2	0,03	2,5	2,8	45,0	54,0	58,5	0,51	0,61	0,73



Parâmetros dos capacitores (conforme catálogo).

Tensão (Vca)	Potência reativa (kVAr)	Capacitância (μF)	Referência	Resistor de descarga ^② 30s, 1/10 Un	Tamanho	Massa (kg)
	0,83	45,5	UCW0,8V25	270k / 3W	2	0,32

- **Tensão nominal (Vca):** valor eficaz da tensão senoidal entre os terminais para o qual foi projetado (220, 380, 440 ou 660V).
- **Potência reativa nominal (kVAr):** potência reativa sob tensão e frequencia nominal para o qual foi projetado.
- **Capacitância nominal (uF):** valor da capacitância em microfaraday.
- **Resistor de descarga:** reduz a zero a tensão entre os terminais, quando o capacitor é desligado da fonte de alimentação.



Capacitores utilizados para correção do Fator de Potência.



De 0,83 a
3,3 kVAr
(220V).
De 0,83 a
6,67 kVAr
(380V)

Unidade capacitiva monofásica



De 2,5 a 30
kVAr (220V).
De 2,5 a 60
kVAr (380V)
Ligado em
triângulo.

Módulo capacitor trifásico



De 10 a 50
kVAr (220V).
De 17,5 a 75
kVAr (380V)
Ligado em
triângulo.

Banco de capacitor
trifásico (IP32)



Banco de capacitor trifásico com proteção

De 10 a 35 kVAr
(220V).
De 20 a 75 kVAr
(380V)
Ligado em triângulo.

Para correção
individual ou em
banco automáticos.

Pontos de localização dos capacitores.

C1: capacitor instalado diretamente na carga (correção individual).

C2: capacitor instalado no quadro principal de baixa tensão.

C3: capacitor instalado no quadro secundário de baixa tensão.

C4: capacitor instalado na entrada de alta tensão.

C1 é o mais eficaz, porém de acordo com o tipo de instalação torna-se economicamente inviável.

- **Redução** das perdas por efeito Joule ($R \cdot I^2$) em toda a instalação.
- Único acionamento para o equipamento e o capacitor.
- **Diminuição** da carga nos circuitos de alimentação dos equipamentos.
- Geração de **energia capacitativa** somente quando for necessário.

C4
para a correção

3 kvar

indiretamente. O
reta do fator de
concessionárias e
ímetro, sendo a
é obtido pelas
do:

ções mostradas a

dos capacitores,
ção individual de

- **C2:** capacitor instalado no quadro principal de baixa tensão;
- **C3:** capacitor instalado em um quadro secundário de baixa tensão;
- **C4:** capacitor instalado na entrada de alta tensão.

O método mais eficaz de correção do fator de potência é a instalação de capacitores junto com cada equipamento, fazendo a correção de potência localizada, pois com esse tipo de correção teríamos:

- Redução das perdas por efeito Joule em toda a instalação;
- Diminuição da carga nos circuitos de alimentação dos equipamentos;
- Único acionamento para o equipamento e o capacitor;
- Geração de energia reativa capacitativa somente quando for necessário.

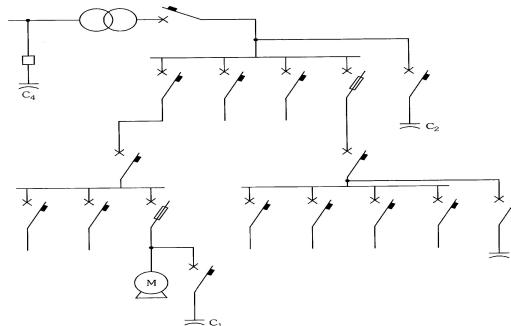


Figura 3.10 - Localização dos capacitores.

De acordo com o tipo de instalação, esse método torna-se economicamente inviável.

C1

es de Potência Elétrica

101



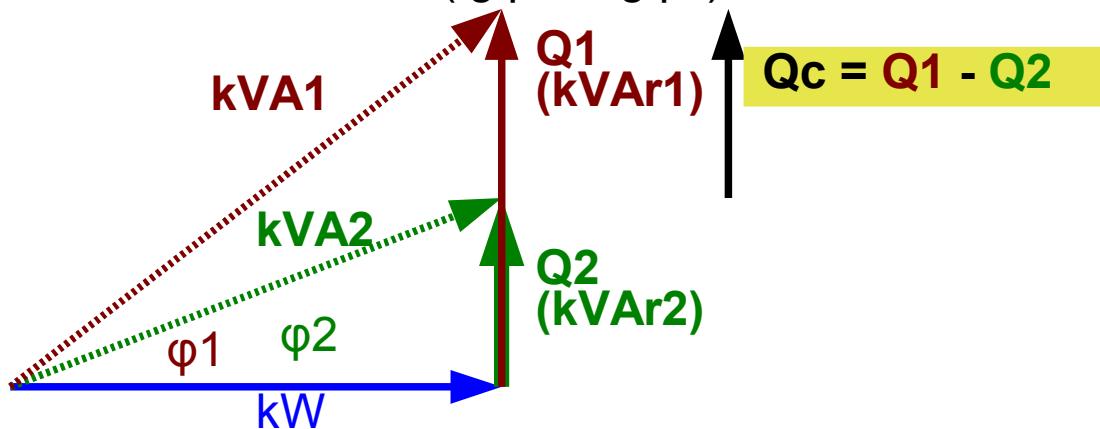
Em uma instalação como melhorar o FP1 para FP2, ou seja, reduzir a quantidade de potênci reativa?

$$Q1 = kVAr1 = kW \times \operatorname{tg}\varphi_1 = kW/kVA_1$$

$$Q2 = kVAr2 = kW \times \operatorname{tg}\varphi_2 \text{ (desejado)}$$

A diferença entre as duas potências dá:

$$Q1 - Q2 = kVAr1 - kVAr2 = kW (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$$



$$Qc(kVAr) = kW \cdot \Delta \operatorname{tg}\varphi = Q1 - Q2$$



Exemplo 1: Corrigir o fator de potênciade uma instalação elétrica cuja carga instalada é de **150 kW**. Possui fator de potênciactual de **0,7** e deseja corrigi-lo para **0,92**.

SOLUÇÃO:

Como $\text{FP} = \cos\varphi$, teremos os seguintes ângulos:

Fator de potênciactual:

$$\cos\varphi_1 = 0,7 \text{ e } \varphi_1 = \cos^{-1}(0,7) = 45,57^\circ \text{ e } \operatorname{tg}(45,57^\circ)1 = 1,02$$

Fator de potênciadesejado:

$$\cos\varphi_2 = 0,92 \text{ e } \varphi_2 = \cos^{-1}(0,92) = 23,07^\circ \text{ e } \operatorname{tg}(23,07^\circ)1 = 0,42$$

$$Q_c = P \cdot \Delta \operatorname{tg}\varphi = 150 \cdot (1,02 - 0,42) = 90 \text{ kVAr}$$

Exemplo 2: Encontrar o fator de potênciainicial de uma instalação com três motores de indução trifásicos de 2 pólos, 380V, 60Hz. Fazer uma correção geral de 0,95.

	P[cv]	P[kW]	$\cos\varphi$	Rendimento
1	15	11	0,82	0,83
2	30	22	0,88	0,89
3	40	30	0,89	0,90

- 1) Calcular a Pel, S e **Q1** para obter o $\cos(\varphi_1)$ inicial.
- 2) Calcular o Q desejado (**Q2**).
- 3) Encontrar a potênciareativa do capacitor (**Qc**) para a correção do fator de potênci.
- 4) Encontrar no catálogo de capacidores o banco, conforme regra: **Qcatálogo >= Qc**
- 5) Como o valor do banco real é maior que o calculado, tem-se um novo fator de potênci(real).



REFERÊNCIAS

FRANCHI, C.M. ACIONAMENTOS ELÉTRICOS, Ed. Érica, 4a. Ed., SP, 2008.

ULIANA, J.E. Apostila de Comando e Motores Elétricos. Curso Técnico em Plásticos.

Catálogo WEG de capacitores.